



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 48 795 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**C 07 C 11/06**  
C 07 C 11/08  
C 07 C 11/04  
C 07 C 4/06  
// B01J 29/40

⑲ Aktenzeichen: 196 48 795.1  
⑳ Anmeldetag: 26. 11. 96  
㉑ Offenlegungstag: 28. 5. 98

**DE 196 48 795 A 1**

⑦① Anmelder:  
Metallgesellschaft AG, 60323 Frankfurt, DE

⑦② Erfinder:  
Moeller, Friedrich-Wilhelm, Dr., 61381  
Friedrichsdorf, DE; Koenig, Peter, Dr., 60439  
Frankfurt, DE; Higman, Christopher, 65824  
Schwalbach, DE; Holtmann, Hans-Dieter, Dr., 59199  
Bönen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren zum Erzeugen von C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>-Olefinen aus einem C<sub>4</sub>- bis C<sub>7</sub>-Olefine enthaltenden Einsatzgemisch

⑤⑦ Das C<sub>4</sub>- bis C<sub>7</sub>-Olefine enthaltende Einsatzgemisch wird verdampft und mit Wasserdampf gemischt, wobei man ein Gewichtsverhältnis H<sub>2</sub>O : Kohlenwasserstoffe im Bereich von 0,5 : 1 bis 3 : 1 einstellt. Das wasserdampfhaltige Einsatzgemisch wird mit einer Eingangstemperatur im Bereich von 380 bis 700°C in einen Reaktor geleitet, der eine Schüttung aus körnigem, formselektivem Zeolith-Katalysator enthält. Der Zeolith ist vom Pentasil-Typ und weist ein Atomverhältnis Si : Al im Bereich von 10 : 1 bis 200 : 1 auf. Aus der Schüttung zieht man ein Produktgemisch ab, dessen Temperatur 20 bis 80°C niedriger als die Eingangstemperatur ist und dessen summierter Gehalt an Propylen und Butenisomeren mindestens 60 Gew.-% der olefinischen Bestandteile des Einsatzgemisches beträgt.

**DE 196 48 795 A 1**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erzeugen von  $C_3$ - und  $C_4$ -Olefinen aus einem  $C_4$ - bis  $C_7$ -Olefinen enthaltenden Einsatzgemisch durch Umsetzen des Einsatzgemisches bei Temperaturen von 380 bis 700°C an einem körnigen Zeolith-Katalysator.

- Ein solches Verfahren ist aus dem US-Patent 5 059 735 bekannt. Hierbei gibt man dem Einsatzgemisch eine große Menge an Propan zu, bevor man es über den Katalysator leitet, und man erzeugt neben  $C_2$ - bis  $C_4$ -Olefinen eine erhebliche Menge an  $C_6$ -Aromaten. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das bekannte Verfahren so abzuwandeln, daß das Produkt reich an Propylen ist. Gleichzeitig soll das Verfahren möglichst kostengünstig durchgeführt werden. Erfindungsgemäß gelingt dies dadurch, daß man das Einsatzgemisch verdampft und mit Wasserdampf mischt, wobei man ein Gewichtsverhältnis  $H_2O$  : Kohlenwasserstoffe im Bereich von 0,5 : 1 bis 3 : 1 einstellt, daß man das wasserdampfhaltige Einsatzgemisch mit einer Eingangstemperatur im Bereich von 380 bis 700°C in einen Reaktor leitet, der eine Schüttung aus körnigem, formselektivem Zeolith-Katalysator enthält, wobei der Zeolith vom Pentasil-Typ ist und ein Atomverhältnis Si : Al im Bereich von 10 : 1 bis 200 : 1 aufweist, und daß man aus der Schüttung und aus dem Reaktor ein Produktgemisch abzieht, dessen Temperatur 20 bis 80°C niedriger als die Eingangstemperatur ist und dessen summierter Gehalt an Propylen und Butenisomeren mindestens 60 Gew.-% und vorzugsweise mindestens 70 Gew.-% der olefinischen Bestandteile des Einsatzgemisches beträgt. Üblicherweise enthält das Produktgemisch auch noch Ethylen, und zwar 5 bis 20 Gew.-%, bezogen auf die olefinischen Bestandteile im Einsatzgemisch. Vorzugsweise liegt die Temperatur des Produktgemisches um 30 bis 50°C niedriger als die Eingangstemperatur. Der Katalysator ist an sich bekannt und z. B. in EP-B-0 369 364 beschrieben.

Es empfiehlt sich, im Reaktor bei relativ niedrigen Drücken im Bereich von 0,2 bis 3 bar zu arbeiten. Üblicherweise liegen die Drücke im Reaktor im Bereich von 0,6 bis 1,5 bar.

- Die Zusammensetzung des Einsatzgemisches kann innerhalb weiter Grenzen variieren, dabei empfiehlt es sich, den Aromatengehalt, wasserfrei gerechnet, auf höchstens 5 Gew.-% und vorzugsweise höchstens 2 Gew.-% einzustellen. Dies ist empfehlenswert, weil ein höherer Aromatengehalt durch Kohlenstoffablagerungen zum vorzeitigen Desaktivieren des Katalysators führt. Ferner ist es zweckmäßig, wenn das Einsatzgemisch frei von Komponenten ist, die dreifache C-C-Bindungen oder konjugierte Doppelbindungen haben, da sie ebenfalls den Katalysator desaktivieren. Geeignete Einsatzgemische sind z. B. in der Raffinerie anfallende Gasgemische, die eventuell hydrierend vorbehandelt werden müssen.

- Ausgestaltungsmöglichkeiten des Verfahrens werden mit Hilfe der Zeichnung erläutert. Die Zeichnung zeigt ein Fließschema des Verfahrens.

- Verdampftes Einsatzgemisch wird in der Leitung 1 herangeführt und mit Wasserdampf aus der Leitung 2 gemischt. Das Gemisch wird dann in der Leitung 3 durch einen Erhitzer 4 geführt, der vorzugsweise als gefeuerter Erhitzer ausgebildet ist. In der Leitung 5 weist das wasserdampfhaltige Einsatzgemisch eine Temperatur im Bereich von 380 bis 700°C und vorzugsweise 400 bis 600°C auf. Mit dieser Einsatztemperatur wird es in den Reaktor 6 geleitet. Im Gemisch der Leitung 5 beträgt das Gewichtsverhältnis  $H_2O$  : Kohlenwasserstoffen 0,5 : 1 bis 3 : 1 und vorzugsweise mindestens 1 : 1.

- Im Reaktor 6 ist der körnige Zeolith-Katalysator in Form einer Schüttung 7 angeordnet. Die Korngrößen des Katalysators liegen üblicherweise im Bereich von 1 bis 8 mm. Der Zeolith ist vom Pentasil-Typ, und er hat formselektive Eigenschaften. Wichtig für den Zeolith-Katalysator ist, daß die Primärkristallite des Alumosilikats eine enge Körnungsverteilung mit Durchmessern im Bereich von 0,1 bis 0,9  $\mu m$  haben. Die BET-Oberfläche liegt üblicherweise im Bereich von 300 bis 600  $m^2/g$  und das Porenvolumen (nach der Quecksilberporosimetrie) beträgt etwa 0,3 bis 0,8  $cm^3/g$ . Als Bindemittel zum Zusammenhalten der Primärkristallite wird vorzugsweise Aluminiumoxidhydrat verwendet.

- Die Umsetzung im Reaktor 6 erfolgt vorzugsweise adiabatisch, so daß die Temperatur des umzusetzenden Gemisches beim Durchströmen der Schüttung 7 sinkt. Dadurch weist das Produktgemisch, das man in der Leitung 9 abzieht, eine Temperatur auf, die 20 bis 80°C und zumeist 30 bis 50°C niedriger ist als die Eingangstemperatur in der Leitung 5. Üblicherweise liegt die Ausgangstemperatur in der Leitung 9 bei mindestens 350°C. Das Hauptprodukt des Produktgemisches der Leitung 9 ist Propylen. 80 bis 100 Gew.-% der Olefine im Einsatzgemisch der Leitung 5 werden im Reaktor 6 umgesetzt.

- Im Kühler 10 wird das Produktgemisch der Leitung 9 auf Temperaturen von etwa 30 bis 60°C gekühlt, so daß Wasser und Benzin auskondensieren. Das kondensathaltige Gemisch wird in der Leitung 11 zu einem Abscheider 12 geführt. Aus dem Abscheider 12 zieht man durch die Leitung 13 Wasser ab, in der Leitung 14 erhält man eine organische Flüssigphase, und durch die Leitung 15 wird ein Produktgas abgezogen. Das Produktgas enthält  $C_2$ - bis  $C_4$ -Olefine und daneben noch einen geringen Anteil an Paraffinen. Um die Wertstoffe abzutrennen, insbesondere Ethylen und Propylen, gibt man das Gas der Leitung 15 einer nicht dargestellten Trenneinrichtung auf, die an sich bekannt ist.

- Die organische Flüssigphase der Leitung 14 wird in der Destillationskolonne 17 in  $C_3$ - und  $C_4$ -Olefinfraktion, abgezogen durch die Leitung 18, und in Benzin, abgezogen durch die Leitung 19, aufgetrennt. Das Kopfprodukt, das in der Leitung 18 abgezogen wird, enthält üblicherweise noch kleine Mengen an gesättigten Kohlenwasserstoffen. Im Benzin der Leitung 19 sind nur geringe Mengen (höchstens 5 Gew.-%) Aromaten enthalten. Das propylenhaltige Produkt der Leitung 18 wird üblicherweise ebenfalls einer nicht dargestellten Trenneinrichtung zugeführt, um z. B. destillativ oder adsorptiv gewünschte Wertstoffe zu gewinnen. Bei diesen Wertstoffen handelt es sich neben Propylen vor allem um Ethylen, n-Buten-1 und Isobutylen. Anfallendes n-Buten-2, für das keine Verwendung besteht, kann in den Reaktor 6 zurückgeführt werden.

#### Beispiele

- Im Labor wird mit einer der Zeichnung entsprechenden Anlage gearbeitet. Der Katalysator ist in allen Fällen der gleiche, er wird in Form von Extrudaten der Abmessungen  $1,5 \times 3$  mm angewandt. Der Katalysator ist im einzelnen im Patent von Süddeutsche EP-B-0 369 364 in den Beispielen 1 bis 5 beschrieben.

		Olefine	Paraffine	Naphtene	Aromaten	Summe
5	<b>1. C2-C4-Olefine:</b>					
	C2 (Gew.-%)	7,22				
	C3 (Gew.-%)	26,07				
	C4 (Gew.-%)	18,33				
10	Summe (Gew.-%)	51,62				51,62
	<b>2. Brenngas:</b>					
	C1 (Gew.-%)		0,13			
15	C2 (Gew.-%)		0,31			
	C3 (Gew.-%)		2,10			
	C4 (Gew.-%)		2,05			
20	Summe (Gew.-%)		4,59			4,59
	<b>3. Benzin:</b>					
	C5 (Gew.-%)	5,17	16,19	0,51		
25	C6 (Gew.-%)	1,13	15,94	0,80	0,40	
	C7+ (Gew.-%)	0,62	0,85	0,45	1,73	
	Summe (Gew.-%)	6,92	32,98	1,76	2,13	43,79
30	<b>Gesamt (Gew.-%)</b>					100,00

## Beispiel 4

Es wird folgendes Einsatzgemisch vorbereitet und im übrigen wie im Beispiel 3 gearbeitet:

35	t-Buten-2	9,2 Gew.-%
	n-Penten-1	35,9 Gew.-%
	n-Hexen-1	18,3 Gew.-%
	n-Pentan	18,3 Gew.-%
40	n-Hexan	18,3 Gew.-%

Nach Entfernen des Wassers durch die Leitung 13 erhält man in den zusammengefaßten Leitungen 14 und 15 eine C<sub>2</sub>- bis C<sub>4</sub>-Olefinfraktion folgender Zusammensetzung:

45	Ethylen	12,1 Gew.-%
	Propylen	49,7 Gew.-%
	Isobutylen	17,5 Gew.-%
	n-Buten-1	5,3 Gew.-%
50	c-Buten-2	7,1 Gew.-%
	t-Buten-2	8,3 Gew.-%

Diese Olefinfraktion macht 57,2 Gew.-% der organischen Substanzen der zusammengefaßten Leitungen 14 und 15 aus.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen von C<sub>3</sub>- und C<sub>4</sub>-Olefinen aus einem C<sub>4</sub>- bis C<sub>7</sub>-Olefine enthaltenden Einsatzgemisch durch Umsetzen des Einsatzgemisches bei Temperaturen von 380 bis 700°C an einem körnigen Zeolith-Katalysator, **dadurch gekennzeichnet**, daß man das Einsatzgemisch verdampft und mit Wasserdampf mischt, wobei man ein Gewichtsverhältnis H<sub>2</sub>O : Kohlenwasserstoffe im Bereich von 0,5 : 1 bis 3 : 1 einstellt, daß man das wasserdampfhaltige Einsatzgemisch mit einer Eingangstemperatur im Bereich von 380 bis 700°C in einen Reaktor leitet, der eine Schüttung aus körnigem, formselektivem Zeolith-Katalysator enthält, wobei der Zeolith vom Pentasil-Typ ist und ein Atomverhältnis Si : Al im Bereich von 10 : 1 bis 200 : 1 aufweist, und daß man aus der Schüttung und aus dem Reaktor ein Produktgemisch abzieht, dessen Temperatur 20 bis 80°C niedriger als die Eingangstemperatur ist und dessen summierter Gehalt an Propylen und Butenisomeren mindestens 60 Gew.-% der olefinischen Bestandteile des Einsatzgemisches beträgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man im Reaktor bei einem Druck im Bereich von 0,2 bis 3 bar arbeitet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß man den Aromatengehalt im Einsatzgemisch, wasserfrei gerechnet, auf höchstens 5 Gew.-% einstellt.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß man das aus dem Reaktor abgezogene Produktgemisch auf Temperaturen von etwa 30 bis 60°C kühlt, Wasser auskondensiert und abtrennt, ein Produktgas von einer organischen Flüssigphase trennt und aus der organischen Flüssigphase eine Kohlenwasserstofffraktion abtrennt, die reich an Propylen, Isobutylen und n-Butenen ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

